

PAT-NO: JP02000047117A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000047117 A
TITLE: LASER SCANNING TYPE MICROSCOPE
EQUIPPED WITH AOTF
PUBN-DATE: February 18, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SIMON, ULRICH DR	N/A
WILHELM, STEFAN	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
CARL ZEISS JENA GMBH	N/A

APPL-NO: JP11143181

APPL-DATE: May 24, 1999

INT-CL (IPC): G02B021/00, G01B011/00 , G01K011/22 ,
G01N021/27

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To guarantee the stability of laser performance to necessary ultraviolet-ray wavelength and a visible spectrum range by providing a temperature sensor at the periphery of an acoustooptical temperatures sensor(AOTF) or nearby it or while the temperature sensor is coupled with the AOTF.

SOLUTION: Temperature detectors which detect ambient temperatures of respective AOTFs are fitted directly to the AOTFs and the

th the
AOTF.

SOLUTION: Temperature detectors which detect ambient temperatures of respective AOTFs are fitted directly to the AOTFs and the temperatures are transmitted to a central control unit 34 which has an arithmetic function. The arithmetic function adjusts and optimizes the AOTF-to-frequency relation of temperature dependency in a frequency range by a previously stored correction curve and a driving circuit. Namely, a frequency shift caused by variation in temperature is compensated by increasing or decreasing the frequency. This compensation can be performed on the basis of the intensity value of a laser beam picked off by a diode 19. Namely, an AOTF driver controls the frequency by varying the frequency up to the highest frequency according to the intensity signal picked off by the diode 19.

COPYRIGHT: (C) 2000, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 許出願公開番号

特開2000-47117

(P2000-47117A)

(43) 公開日 平成12年2月18日 (2000. 2. 18)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
G 0 2 B 21/00		G 0 2 B 21/00	
G 0 1 B 11/00		G 0 1 B 11/00	Z
G 0 1 K 11/22		G 0 1 K 11/22	
G 0 1 N 21/27		G 0 1 N 21/27	E

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-143181

(22) 出願日 平成11年5月24日 (1999. 5. 24)

(31) 優先権主張番号 1 9 8 2 7 1 4 0 . 9

(32) 優先日 平成10年7月18日 (1998. 7. 18)

(33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 396000455

カール ツァイス イエナ ゲゼルシャフト
ミット ベシュレンクテル ハフツング

ドイツ D-07745 イエナ タッツェン
ドブルムナーデ 1 a

(74) 代理人 100071098

弁理士 松田 省躬

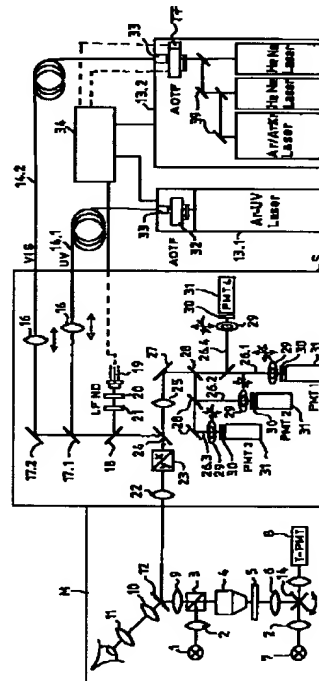
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 AOTFを備えたレーザー走査式顕微鏡

(57) 【要約】

【課題】レーザー走査式顕微鏡の設置条件が不確定で一定でない場合でも、必要とされるすべての紫外線波長領域と可視スペクトル領域に対してレーザーの性能の安定性を保証すること

【解決手段】レーザーを結合する光路内に備えた音響光学式温度センサー (AOTF) の周辺、またはその近傍、あるいはこれと結合して1つの温度センサーが備え、その音響光学式温度センサー自体、および/またはその周囲が、加熱あるいは冷却されるようにした



【特許請求の範囲】

【請求項1】レーザーを結合する光路内に1つの音響光学式温度センサー(AOTF)を備えたレーザー走査式顕微鏡において、その音響光学式温度センサー(AOTF)の周辺、またはその近傍、あるいはこれと結合して1つの温度センサーが備えられているレーザー走査式顕微鏡。

【請求項2】レーザーを結合する光路内に1つの音響光学式温度センサー(AOTF)を備えたレーザー走査式顕微鏡において、その音響光学式温度センサー自体、および/またはその周囲が、加熱あるいは冷却されるようにしたレーザー走査式顕微鏡。

【請求項3】加熱または冷却が、一定の値に制御されるようにした請求項2に記載のレーザー走査式顕微鏡。

【請求項4】加熱が、あらかじめ見込まれる実験室内の諸条件よりも高い温度値に行われるようにした請求項3に記載のレーザー走査式顕微鏡。

【請求項5】温度値が35℃を越える温度である請求項4に記載のレーザー走査式顕微鏡。

【請求項6】音響光学式温度センサー(AOTF)の周辺、またはその近傍、あるいはこれと結合して、1つの温度センサーが備えられている請求項2から請求項5のいずれかに記載のレーザー走査式顕微鏡。

【請求項7】温度制御のための温度センサーが、加熱器または冷却器と電子式制御方式を通して接続されている請求項2から請求項6のいずれかに記載のレーザー走査式顕微鏡。

【請求項8】温度センサーに、音響光学式温度センサー(AOTF)用の制御ユニットが接続されている請求項1に記載のレーザー走査式顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、音響光学式温度センサー(AOTF)を備えたレーザー走査式顕微鏡に関するものである。

【0002】

【従来の技術】レーザー走査式顕微鏡において、種々の波長を有するレーザー光を、ビーム・スプリッターを経て集束し、格子定数が高周波による制御に対応して変化し、屈折率変化を経て実現される格子を備えた音響光学式温度センサー(AOTF)を経て一本の光ファイバー中に結合する方法は既に知られている。その光の強度、ならびにAOTFによって一次の回折をした光の波長、すなわち、その音波の振幅に関する強度とその音波周波数に関する波長は、AOTFの指示制御により調整される。

【0003】音響光学を適用して、モジュール構成でレーザーラインのライン選択と減衰を行うには、音響光学ユニットの透過特性の温度依存性が強いという欠点がある。このことは、温度の変化に伴いクリスタル材中の音

速が変化し、その変化が間接的に最適周波数からの偏倚となり、それと共に回折効率の減少が目立つようになるためである。周波数の偏倚は、16KHz/℃になることが確認されている。このことは強度の損失につながるが、同時に走査している画像における強度変調を可能にする。

【0004】たとえば、AOTFが21℃に調整されていた場合に、温度が21℃から35℃へ変化すると、透過効率は必要な補正をしないで出力値の約5%に減衰する。わずか4℃の温度変化だけでも、透過効率は約50%の減衰となる。レーザー走査式顕微鏡に許容できる性能は、温度変化を+/-1℃以内に制限可能な場合のみ保証することが出来る。しかし、これは実際にはレーザー走査式顕微鏡のあらゆる使用条件から見てほとんど不可能である。多くの実験室では、室温は30℃あるいはそれ以上に容易に達するであろう。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】したがって、本発明の課題は、レーザー走査式顕微鏡の設置条件が不確定で一定でない場合でも、必要とされるすべての紫外線波長(351nm、364nm)と可視スペクトル領域(450nm、650nm)に対してレーザーの性能の安定性を保証することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】この課題は、本発明による特許請求範囲の独立請求項の特徴により解決される。さらに好適実施例が、従属請求項の対象となっている。利点としてAOTFの制御に関する周波数は、温度に依存してインタフェース・ドライバで制御可能である。このための温度検出は、AOTFのごく近傍で、たとえばそのケースに直接接触して検出することができる。

【0007】温度偏倚として前記基準値の+/-1℃より大きい値が確認される場合には、前記の周波数範囲内、特に基準値(温度)で確定した周波数に関して+/-200Hzの範囲内に周波数の自動調整が行われる。この周波数は、あらかじめ作表して記憶させた対温度依存の周波数値にしたがって設定することができる。温度偏倚は光の強度を上げることによっても補正することが可能で、その強度の上昇によりAOTFの効率低下が補正される。

【0008】図示したレーザー走査式顕微鏡(LSM)は、極端な場合のVISレーザー・モジュールに基づいて、Arレーザー(458nm、488nm、524nm)またはArKrレーザー(488nm、568nm)とそれぞれ2つのHeNeレーザーとの組合せを実現している。これらのレーザー光路は、アイオライトとミラーを経て1つの共通な光軸に統合されて、AOTF内で選択され、VIS AOTFの第1回折の配列が、シングル・モードのオプティカル・ファイバーに結合される。紫外線(UV)レーザー・モジュールについては、U

V-AOTFを経由して351nmおよび364nmのレーザー・ラインが選択される。すなわち、第1回折の配列が、やはり1つのシングル・モードのオプティカル・ファイバーに結合される。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明を概略図に示す実施例に従いより詳細に説明する。図1では、顕微鏡ユニットMおよび走査ヘッドSを概略図示しており、図2における入力端Zを経由する共通光のインタフェースを表してある。操作ヘッドSは、直立させた顕微鏡の鏡胴ばかりでなく、倒立した顕微鏡における横向きの出口にも使用可能である。

【0010】図1には、旋回可能なミラー14による垂直光スキャンと透過光スキャンに切換可能な顕微鏡の光路を示している。すなわち、光源1、照明用レンズ2、ビーム・スプリッター3、対物レンズ4、試料5、コンデンサー6、光源7、受光装置(T-PMT)8、第1鏡胴レンズ9、第2鏡胴レンズ10を有する観察光光路、および接眼レンズ11ならびに走査光結合用のビーム・スプリッター、等が図示されている。レーザー・モジュール13.1、13.2は、レーザーを入力し、シングル・モード・光ファイバー14.1、14.2を経由して走査ヘッドのレーザー結合ユニットに接続される。

【0011】光ファイバー14.1、14.2は、摺動式コリメータ・レンズ16に結合され、これに対してさらに光路変更要素17.1、17.2が考慮されている。さらに、部分透過ミラー18により、モニター・ダイオード19の方向へのモニター光の光路が、図示されていない回転可能なフィルター輪上には、中性フィルター20、およびライン・フィルター21が都合よく配列されているが、ここでフェード・アウトされる。

【0012】実際のスキャン・ユニットは、スキャン用対物レンズ22、スキャナー23、メイン・ビーム・スプリッター24および検出チャンネル26.1-26.4に関する共通の結像レンズ25から成る。結像レンズ25の後の光路転換用プリズム27は、試料5からの光を結像レンズ25の収光光路内で2色性のビーム・スプリッター28の方向へ反射するが、これらのビーム・スプリッターの後には光軸に垂直な方向に調整可能でかつその径が可変な(複数の)ピンホール29が各検出チャンネル、エミッション・フィルター30、および適切な受光素子31(PMT4)が配置されている。

【0013】ビーム・スプリッター27、28は、いくつかの位置を有するスプリッター輪で、その位置は適宜ステップ・モーターで切換可能に構成することが出来る。また、オプティカル・ファイバー14.1、好適にはシングル・モード・光ファイバー内で紫外線が偏光器としてのAOTFにより適宜結合される。すなわち、その紫外光が光ファイバー入力として入射しない場合には、AOTFにより光ファイバーの入力からたとえば図

示されていない遮光路の方向へ偏向される。

【0014】レーザー光を結合するための結合レンズ33は、ここに図示されていないレンズ系のために備えられており、その焦点距離は、そのレーザー・ビームの断面と最適結合が可能な開口数によって確定され、そして、レーザー・モジュール13.2では、単一および複数波長のレーザーがあらかじめ備えられ、これらは個々にあるいは一緒にAOTFを経て1つまたは複数の光ファイバーに結合される。さらに、この結合は複数の光ファイバーを経由することも同時に行うことが可能で、そのビームは顕微鏡側ではアダプター・レンズを通過した後に色合成器により混合される。種々のビームを混合は、光ファイバーの入力側でも可能であり、これは概略図示した交換および切換可能なスプリッター・ミラー39によって行うことができる。

【0015】光ファイバー14.1および14.2からスキャン・ユニット側へ出射するレーザー・ビームは、コリメータ・レンズ16により平行調整ビームとなる。それは好都合にも、単独のレンズで行われ、そのレンズは、中央制御ユニット34經由で調節可能な制御ユニット37で光軸に沿ってスライドすることにより焦点機能を有し、そしてその間スキャン・ユニットでは、本発明に従い光ファイバー14.1および14.2の終端までのレンズ距離は可変となる。

【0016】モニター・ダイオード19は、ここでは図示されていない上位の焦点レンズを手前に備えることが可能で、制御ユニット36により制御され、ラインまたは領域を選択するフィルター輪またはフィルター・スライダー21と連動して作動するが、これは、スキャン・モジュールに結合されるレーザー・ビームを常時監視するためのもので、とくに、ある1つのレーザー・ラインのパワーを他から絶縁して制御し、必要に応じて制御ユニット34の制御信号によりAOTF32經由で安定を図るためのものである。

【0017】モニター・ダイオード19は、この機械-光学系伝送システムに基づいて、レーザー・ノイズとその変化を検出している。検出されたレーザー・パワーの瞬時値から、その場合のエラー信号が導かれ、その信号は直接オンラインで、レーザー・ビームまたはそのレーザー・ビームに順次接続される強度変調器(ASOM, AOTF, EOM, およびシャッター)に対して、スキャン・モジュールに入射結合されるレーザー・パワーを安定させるようフィードバック作用をする。

【0018】フィルター・ユニット21を制御することにより、波長によるレーザーの強度の安定化と性能の制御を行うことができる。検出器31(PMT)と接続して、その信号がその都度中央制御ユニットへ接続されることで、ダイオード19の検出信号とモニター信号との信号比または信号差を形成することにより、ノイズが抑制され、これにより、1つの画素検出チャンネルに対応

するセンサー信号が、画素対画像の情報としてモニター・ダイオードの信号に対して基準化（たとえば、分割）され、このようにして画像内の強度の揺らぎが抑制される。

【0019】各AOTFの周囲温度を検出する温度検出器が、AOTFに直接取り付けられる。この温度は演算機能を有する中央制御ユニット34へ伝送されるが、この演算機能は、あらかじめ記憶させた補正曲線とRS232駆動回路により、前記周波数枠内で温度依存のAOTF対周波数の関係を調整して最適化する機能、すなわち、温度の変化によって生じる周波数偏倚を、周波数を増減して補償する機能である。しかし、この補償は、ダイオード19によってピックアップされ中央制御ユニットへ伝送されるレーザー・ビームの強度値に基づいて自動的に行うことができる。すなわち、ダイオード19は中央制御ユニットに接続され、AOTFドライバーは、ダイオード19がピックアップした強度信号に基づいて、最高周波数に達するまで周波数を約 $\pm 200\text{ KHz}$ 変化させて周波数を調節する方法である。

【0020】さらに有利な解決方法は、AOTFに別途加熱器または冷却器を備えることである。とくに好都合なのは、クリスタルは、 35°C を超えた温度領域、たとえば 40°C まで加熱すると、前記の枠の範囲内で一定に維持される。この場合、第1の回折配列におけるレーザー・パワーは、たとえば 15°C ～ 35°C の全温度範囲にわたり限界内で一定である。

【0021】図2は、安定な温度制御の一例を示しているが、その制御の変動はレーザー走査式顕微鏡にとって何ら悪影響を与えていない。AOTFの電圧供給用入力端Zを備えたケース部Gの上には、AOTFの TeO_2 クリスタルが取り付けられ、ここを通過するレーザー・ビームが概略図示してある。ケースGと TeO_2 クリスタルの間には、電気的に加熱または冷却可能なプレートPがあり、その電源STは、たとえば図示のように該ケースの外側に設置してもよい。電源STには、温度センサーをを接続した制御部が接続されているが、この温度センサーは、 TeO_2 クリスタルまたは電源STに直接取り付けてもよい。

【0022】この制御は、電源ST部分を制御する可能性があるが、制御ユニット34を経由しても行うことができる。図1で図示したように、温度センサーTFもまたケースに取り付けられており、温度変化を検出し、それに対応してAOTFを制御する評価ユニット34に接続されている。

【図面の簡単な説明】

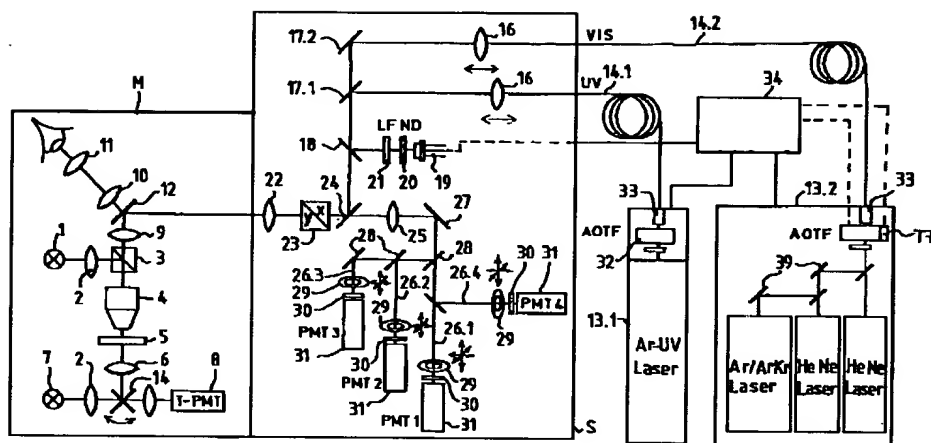
図1：レーザー走査式顕微鏡の光路を示したものである。

図2：加熱可能なAOTF（音響光学式温度センサー）の側断面図と立体図を示す。

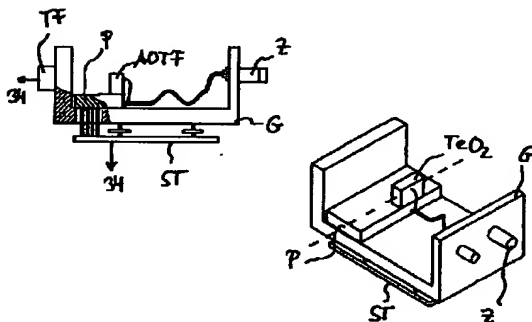
【符号の説明】

- 1 光源
- 2 照明用レンズ
- 3 ビーム・スプリッター
- 4 対物レンズ
- 5 試料
- 6 コンデンサー
- 7 光源
- 8 受光装置（T-PMT）
- 9 第1鏡胴レンズ
- 10 第2鏡胴レンズ
- 11 接眼レンズ
- 14 ミラー
- 13.1、13.2 レーザー・モジュール
- 14.1、14.2 シングル・モード・光ファイバー
- 16 摺動式コリメータ・レンズ
- 17.1、17.2 光路変更要素
- 18 部分透過ミラー
- 19 モニター・ダイオード
- 20 中性フィルター
- 21 およびライン・フィルター
- 22 スキャン用対物レンズ
- 23 スキャナー
- 24 メイン・ビーム・スプリッター
- 25 共通の結像レンズ
- 26.1～26.4 検出チャンネル
- 27 光路転換用プリズム
- 28 ビーム・スプリッター
- 29 ピンホール
- 30 エミッション・フィルター
- 31 受光素子（PMT4）
- 32 AOTF
- 33 結合レンズ
- 34 中央制御ユニット
- 36 制御ユニット
- Z 電圧供給用入力端
- P プレート
- ST 電源

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 ウルリッヒ サイモン (原語表記) Ulrich Simon
ドイツ国 D-07751 ローゼンスタイン
ブルグストラッセ 35 (原語表記) Burgstr. 35, D-07751 Rothenstein, Germany

(72)発明者 ステファン ヴィルヘルム (原語表記) Stefan Wilherumu
ドイツ国 D-07745 イエナ フリーデスベルク 1 (原語表記) Am Friedesberg 1, D-07745 Jena, Germany